

# EXHAUST GAS EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication number: JP2001241320

Publication date: 2001-09-07

Inventor: TAKAKU YUTAKA; ISHII TOSHIO; KAWAMOTO SHIGERU

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- international: F01N3/08; F01N3/20; F01N3/24; F02D41/04; F01N3/08; F01N3/20; F01N3/24; F02D41/04; (IPC1-7): F01N3/20; F01N3/08; F01N3/24; F02D41/04

- european:

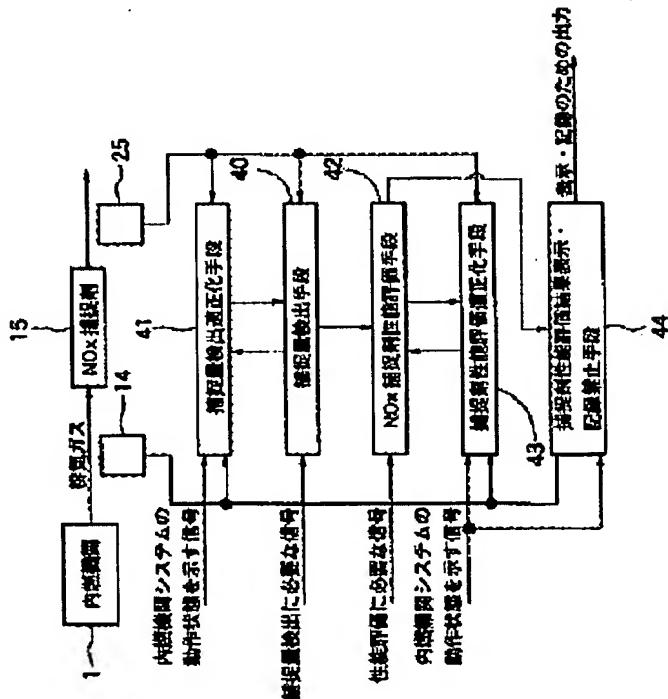
Application number: JP20000054651 20000229

Priority number(s): JP20000054651 20000229

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001241320

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exhaust gas emission control device of an internal combustion engine for detecting a NOx collecting amount of NOx collecting agent for collecting exhaust gas component, for example, NOx with good accuracy, and for diagnosing deterioration of the NOx collecting agent with good accuracy. **SOLUTION:** A collecting amount detecting means is provided to detect an exhaust component collecting amount of exhaust component collecting agent such as NOx collecting agent, and detection of the collecting amount of exhaust component by the collecting amount detecting means is inhibited or stopped when such a specified condition that the NOx collecting amount of the NOx collecting agent is not correctly detected is set up, or a value in relation to the detected result is corrected.





(2) 001-241320 (P2001-241320A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に設置され、排気成分を吸着又は吸収など捕捉する機能を有する排気成分捕捉剤と、前記排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量を検出する捕捉量検出手段を備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記捕捉量検出手段による捕捉量検出に適していない内燃機関システムの動作状態が予め設定され、これを特定条件とし、前記特定条件成立時には前記捕捉量検出手段による排気成分捕捉量の検出を禁止あるいは中止または検出結果に関する値を補正する捕捉量検出適正化手段を有していることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記排気成分捕捉剤は、排気ガスの空燃比がリーン空燃比であるとき排気ガス中のNO<sub>x</sub>を捕捉し、流入する排気ガスの空燃比がリッチ空燃比であるときにNO<sub>x</sub>を放出、または還元するNO<sub>x</sub>捕捉剤であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、リーン空燃比となってNO<sub>x</sub>を捕捉している間の内燃機関からのNO<sub>x</sub>排出量またはHC排出量に関する特徴とする請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、NO<sub>x</sub>を放出または、還元するために空燃比がリッチ空燃比となっている間の内燃機関の燃料供給量に関する特徴とする請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、空燃比がリーン空燃比へ移行し、NO<sub>x</sub>を捕捉し始める直前までの空燃比に関する特徴とする請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、排気ガス中のNO<sub>x</sub>量またはHC量を制御する排気ガス制御手段の動作状態に関する特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、内燃機関の燃焼室への吸入空気の流動を制御する手段、排気ガスの一部を吸気側へ還流する手段、燃料を供給する手段、吸排気のタイミングを制御する手段、吸入空気量を検出する手段の何れかの動作状態に関する特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、内燃機関に付随する各種センサ類の動作状態に関する特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項9】 前記捕捉量検出手段の捕捉量検出結果に基づいて前記排気成分捕捉剤の性能を評価する捕捉剤性能評価手段を有していることを特徴とする請求項1に記

載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】 前記捕捉剤性能評価手段は、前記排気成分捕捉剤の性能の評価結果を表示、記録することを特徴とする請求項9に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項11】 内燃機関の排気通路に設置され、排気成分を吸着又は吸収など捕捉する機能を有する排気成分捕捉剤と、前記排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量を検出する捕捉量検出手段と、前記捕捉量検出手段の捕捉量検出結果に基づいて前記排気成分捕捉剤の性能を評価する捕捉剤性能評価手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記捕捉剤性能評価手段による捕捉剤性能評価に不適切な内燃機関システムの動作状態が予め設定され、これを特定条件とし、前記特定条件成立時には前記捕捉剤性能評価手段による捕捉剤性能評価を禁止あるいは中止、または評価結果に関する値を補正する捕捉剤性能評価適正化手段、およびまたは、評価結果の表示または記録を禁止する捕捉剤性能評価結果表示・記録禁止手段を有していることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車等の車輛で使用される内燃機関の排気浄化装置に関し、特に、機関排気系に設けられるNO<sub>x</sub>捕捉剤等の排気成分捕捉剤による内燃機関の排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車等の車輛で使用される内燃機関において、燃費向上のために、理論空燃比（以下、ストイキと記すことがある）よりも空気量が過多のリーン空燃比による混合気の燃料をリーン燃焼させる技術が提案されている。例えば、吸気部の吸気ポート付近で燃料を噴射する方式（ポート噴射）で空燃比2.0～2.5程度のリーン燃焼を実現するものや、筒内に直接燃料を噴射する方式（筒内噴射）で層状混合気を形成して空燃比4.0～5.0といった極めてリーンな燃焼を実現させるものも広まりつつある。これらの技術では、リーンな燃焼、すなわち吸入空気量を増やすことによって、ポンピング損失や熱損失を少なくて燃費の向上を実現できる。

【0003】ストイキ混合気による燃焼の場合には、三元触媒によって排気ガス中のH<sub>C</sub>、COとNO<sub>x</sub>を同時に酸化還元して浄化することができるが、リーン燃焼では排気ガスが酸素過剰状態のためNO<sub>x</sub>の還元が困難である。このため、排気ガスの空燃比がリーン（空気過多）である時に排気ガスのNO<sub>x</sub>を捕捉（吸収）し、空燃比がリッチ（燃料過多）である時にNO<sub>x</sub>を放出して還元、または接触還元などするNO<sub>x</sub>捕捉剤（NO<sub>x</sub>吸収剤）を排気通路中に配置し、混合気の空燃比を所定の周期でリーン空燃比から理論空燃比あるいはリッチ空燃比に一時的に変化させてNO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>を放出、または還元させ、NO<sub>x</sub>捕捉能力を回復させ

## (3) 001-241320 (P2001-241320A)

る（以下、まとめてページと記す）ようにした内燃機関の排気浄化装置が提案されている。

【0004】上述のようなNO<sub>x</sub>捕捉剤による排気浄化装置においては、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>量に見合うだけの期間だけ、混合気の空燃比を理論空燃比またはリッチ空燃比に一時的に変化させてNO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>をページすることが、燃費改善や排出ガス中のHC等の排気成分を低減する意味で望ましい。

【0005】空燃比を理論空燃比またはリッチ空燃比に一時的に変化させたときにNO<sub>x</sub>の放出完了を判断する排気浄化装置は特許第2692380号公報に示されている。この排気浄化装置は、混合気の空燃比をリーン空燃比から理諭空燃比またはリッチ空燃比に切り換えた後、NO<sub>x</sub>捕捉剤より下流側に装着された空燃比センサによって検出される燃焼ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比に切り換わった時にNO<sub>x</sub>の放出が完了したと判断するようにしている。

【0006】このことは、NO<sub>x</sub>捕捉剤の上流の空燃比が理諭空燃比またはリッチ空燃比になっても、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>の放出と還元が完了するまでの間は、上流から流入した排気ガス中のHCやCOがNO<sub>x</sub>の還元に消費されるためにNO<sub>x</sub>捕捉剤下流に装着された空燃比センサによって検出される空燃比は若干リーンの空燃比となり、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>の放出と還元が完了した後に同空燃比センサによって検出される空燃比がリッチ空燃比となることに基づいている。

【0007】同様の技術として、特開平10-128058号公報（U.S.P. 5,771,685）には、空燃比をリーン空燃比から理諭空燃比またはリッチに切り換えた後、NO<sub>x</sub>捕捉剤（NO<sub>x</sub>吸収剤）より下流側に装着された空燃比センサによって検出される空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比に切り換わるまでの時間差で捕捉されたNO<sub>x</sub>量を推定し、NO<sub>x</sub>捕捉剤の性能を監視する技術が開示されている。

【0008】また、特開平8-232644号公報には、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>を放出すべく、混合気の空燃比をリッチ空燃比にしてから、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉したNO<sub>x</sub>の放出が完了するまでの時間を空燃比センサの出力値から計測し、この時間からNO<sub>x</sub>捕捉剤の劣化の度合いを求める技術が開示されている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、NO<sub>x</sub>捕捉剤下流に装着された空燃比センサの出力波形は、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されたNO<sub>x</sub>の量が同じであっても、内燃機関の運転状態等の影響を受けることがあり、また、NO<sub>x</sub>捕捉剤におけるNO<sub>x</sub>捕捉量そのものが内燃機関の運転状態等の影響を受けることがあり、上述のような従来技術では、NO<sub>x</sub>捕捉量を正確に把握することができない。

【0010】また、従来技術では、空燃比がリーン空燃比である運転中にNO<sub>x</sub>捕捉剤にNO<sub>x</sub>が捕捉され、空燃比がリーン空燃比から理諭空燃比またはリッチに切り換わった時にそのNO<sub>x</sub>が放出され、空燃比がリーン空燃比から理諭空燃比またはリッチ空燃比に切り換わってからNO<sub>x</sub>捕捉剤下流の空燃比センサが所定の状態となってNO<sub>x</sub>の放出が完了したと検出されるまでの間に供給された余剰燃料量に基づいて捕捉されていたNO<sub>x</sub>の量を検出するが、余剰燃料を算出している間に内燃機関の運転状態が大きく変化した場合には、余剰燃料の算出に誤差を生じたり、NO<sub>x</sub>の放出が完了する前に、NO<sub>x</sub>捕捉剤下流の空燃比センサが、NO<sub>x</sub>の放出が完了したかのように検出されてしまうことがある。この様な場合には、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量や性能を正しく評価できない。

【0011】また、従来技術では、NO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉されるべきNO<sub>x</sub>の量を内燃機関の運転状態から推定し、その推定値と上述の検出値に基づいてNO<sub>x</sub>捕捉剤の性能を評価しているものもあるが、しかし、内燃機関から排出されてNO<sub>x</sub>捕捉剤に流入するNO<sub>x</sub>の量を何らかの障害によって正しく推定できないような状態では、やはりNO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量や性能を正しく評価できない。この様なことは、例えば、内燃機関の排気ガス再循環装置のEGRバルブに異常が発生していたり、内燃機関の燃焼室への吸入空気の流動を制御する手段、たとえば、スワール制御弁、タンブル制御弁等に異常が発生している場合に起こり得る。

【0012】本願出願人は、種々の実験により、リーン運転中のHCの濃度等がNO<sub>x</sub>捕捉剤の性能（NO<sub>x</sub>の捕捉速度や、飽和捕捉量等）に影響することを見出した。例えば、リーン運転中のHC濃度が高い場合、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉速度および飽和捕捉量が低下することがある。この様なことは、例えば、内燃機関の燃焼室への吸入空気の流動を制御する手段（スワール制御弁、タンブル制御弁等）に異常が発生していたり、失火が発生していたり、燃焼状態が不安定となっていたり、NO<sub>x</sub>捕捉剤の上流の触媒の酸化性能が低下している場合に起こり得る。この様な場合も、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量や性能を正しく評価できない可能性があるが、従来技術では、この点についても考慮していない。

【0013】また、同じく種々の実験により、特定の運転状態の後は、NO<sub>x</sub>捕捉剤の性能が安定しないことも見出した。例えば、ストイキ運転やリッチ運転が長時間（例えば40秒以上）継続した後にリーン運転を行った場合、NO<sub>x</sub>の捕捉、ページ還元を数サイクル実施するまでの間は、NO<sub>x</sub>捕捉剤の性能が一時的に低下することがある。この様な場合も、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量や性能を正しく評価できない可能性があるが、従来技術では、この点についても考慮していない。

【0014】その他、NO<sub>x</sub>捕捉剤の性能を評価するた

## (4) 001-241320 (P2001-241320A)

めに用いられるセンサ、例えば、NO<sub>x</sub>捕捉剤下流の空燃比センサ、NO<sub>x</sub>捕捉剤周辺の温度を測定するためのセンサ等が異常な場合にもNO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量や性能を評価できない可能性があるが、従来技術では、この点についても考慮していない。

【0015】本発明は、上述の如き問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、内燃機関が上述のような特定状態になることに拘わらず、排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量の誤検することができなく、排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量を正確に検出では、併せて排気成分捕捉剤の性能評価を正確に行うことができるよう改善された内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

## 【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成すべく、本発明による内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設置され、排気成分を吸着又は吸収など捕捉する機能を有する排気成分捕捉剤と、前記排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量を検出する捕捉量検出手段を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記捕捉量検出手段による捕捉量検出に適していない内燃機関システムの動作状態が予め設定され、これを特定条件とし、前記特定条件成立時には前記捕捉量検出手段による排気成分捕捉量の検出を禁止あるいは中止または検出結果に関する値を補正する捕捉量検出適正化手段を有しているものである。

【0017】捕捉量検出手段による捕捉量検出に適していない内燃機関システムの動作状態とは、排気成分捕捉剤が定常状態で排気成分を捕捉できなくなる内燃機関システムの動作状態であり、特定条件成立時には捕捉量検出適正化手段が捕捉量検出手段による排気成分捕捉量の検出を禁止あるいは中止または検出結果に関する値を補正するから、内燃機関が捕捉量検出手段による捕捉量検出に適していない動作状態になることに拘わらず、排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

【0018】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記排気成分捕捉剤は、排気ガスの空燃比がリーン空燃比であるとき排気ガス中のNO<sub>x</sub>を捕捉し、流入する排気ガスの空燃比がリッチ空燃比であるときにNO<sub>x</sub>を放出、または還元するNO<sub>x</sub>捕捉剤であることを特徴としている。

【0019】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、リーン空燃比となってNO<sub>x</sub>を捕捉している間の内燃機関からのNO<sub>x</sub>排出量またはHC排出量に関するることであることを特徴としている。これにより、EGR故障、上流触媒の性能、スワール制御弁等の異常で、NO<sub>x</sub>排出量、HC排出量が異常になったことに対応でき、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉検出の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

減、または誤検出を防止することができる。

【0020】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、NO<sub>x</sub>を放出または還元するために空燃比がリッチ空燃比となっている間の内燃機関の燃料供給量に関するこことであることを特徴としている。これにより、リッチ運転時の負荷変動等による空燃比変動によって余剰燃料計算が適切に行われない場合に対応でき、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉検出量の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

【0021】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、空燃比がリーン空燃比へ移行し、NO<sub>x</sub>を捕捉し始める直前までの空燃比に関するこことであることを特徴としている。これにより、ストイキ、リッチ運転が長時間継続した後にリーン運転が行われると、NO<sub>x</sub>捕捉剤の性能が一時的に低下することに対応でき、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉検出の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

【0022】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、排気ガス中のNO<sub>x</sub>量またはHC量を制御する排気ガス制御手段の動作状態に関するこことであることを特徴としている。これにより、EGR、還元剤供給手段等の排気ガス制御手段の動作状態（異常）に対応でき、排気成分捕捉剤の排気成分捕捉検出の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

【0023】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、内燃機関の燃焼室への吸入空気の流動を制御する手段、排気ガスの一部を吸入側へ還流する手段、燃料を供給する手段、吸排気のタイミングを制御する手段、吸入空気量を検出する手段の何れかの動作状態に関するこことであることを特徴としている。

【0024】これにより、内燃機関の燃焼室への吸入空気の流動を制御する手段、排気ガスの一部を吸入側へ還流する手段、燃料を供給する手段、吸排気のタイミングを制御する手段、吸入空気量を検出する手段の動作状態（異常）に対応でき、排気成分捕捉剤の排気成分捕捉検出の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

【0025】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記捕捉量検出適正化手段の特定条件の一つは、内燃機関に付随する各種センサ類の動作状態に関するこことであることを特徴としている。これにより、内燃機関に付随する各種センサ類の動作状態（異常）に対応でき、排気成分捕捉剤の排気成分捕捉検出の誤差を低減、または誤検出を防止することができる。

【0026】また、本発明による内燃機関の排気浄化装

## (5) 001-241320 (P2001-241320A)

置の具体的な態様では、前記捕捉量検出手段の捕捉量検出手結果に基づいて前記排気成分捕捉剤の性能を評価する捕捉剤性能評価手段を有していることを特徴としている。これにより、捕捉量検出手段の捕捉量検出手結果に基づいて排気成分捕捉剤の性能を正しく評価することができる。

【0027】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置の具体的な態様では、前記捕捉剤性能評価手段は、前記排気成分捕捉剤の性能の評価結果を表示、記録することを特徴としている。これにより、排気成分捕捉剤の性能の評価結果を表示してユーザに知らせたり、排気成分捕捉剤の性能の評価結果をログとして記録することもできる。

【0028】また、本発明による内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設置され、排気成分を吸着又は吸収など捕捉する機能を有する排気成分捕捉剤と、前記排気成分捕捉剤の排気成分捕捉量を検出する捕捉量検出手段と、前記捕捉量検出手段の捕捉量検出手結果に基づいて前記排気成分捕捉剤の性能を評価する捕捉剤性能評価手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記捕捉剤性能評価手段による捕捉剤性能評価に適していない内燃機関システムの動作状態が予め設定され、これを特定条件とし、前記特定条件成立時には前記捕捉剤性能評価手段による捕捉剤性能評価を禁止あるいは中止、または評価結果に関する値を補正する捕捉剤性能評価適正化手段、およびまたは、評価結果の表示または記録を禁止する捕捉剤性能評価結果表示・記録禁止手段を有していることを特徴としている。

【0029】これにより、特定条件成立時には捕捉剤性能評価適正化手段が捕捉剤性能評価手段とによる捕捉剤の性能評価を禁止あるいは中止、または評価結果の修正、または評価結果の表示または記録を禁止するから、内燃機関が捕捉剤性能評価適手段による捕捉剤性能評価に適していない動作状態になることに拘わらず、捕捉剤の性能評価の誤差を低減、または誤評価の防止すること、または誤った評価結果の表示や記録を防止することができる。

## 【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき、本発明の一実施形態の排気浄化装置を備えた内燃機関について説明する。図1は、本実施形態の排気浄化装置を備えた内燃機関の全体構成を示している。なお、本実施形態では、筒内噴射方式の内燃機関を例にて示している。

【0031】内燃機関1の吸気系23には、エアクリーナ2、吸入空気量を検出するエアフローセンサ3、吸入空気量を調整するスロットル弁4、スロットル弁駆動手段5およびスロットル開度センサ5a、スワール制御弁6、スワール制御弁駆動手段7および吸気弁8が設けられている。スワール制御弁6は各気筒毎に吸気弁8の直前に設けられており、各気筒のものが一体的に作動する

ように構成されている。

【0032】内燃機関1のエンジンブロック部分には、燃料を燃焼室9内に直接噴射する燃料噴射弁10、点火プラグ11、筒内圧センサ12が設けられている。内燃機関1の排気系24には、排気弁13、第1の空燃比センサ14、NOx捕捉剤15、第2の空燃比センサ16が順に設けられている。

【0033】また、内燃機関1には、クランク軸1Aに取り付けられたセンシングプレート16の突起部を検出することにより回転速度やクランク角度を検出するクランク角センサ17や、アクセルペダル18の踏み込み量を検出するアクセルセンサ19等が設けられている。

【0034】上述の各センサの出力信号は電子制御装置（以下、ECUと記す）20に入力される。ECU20は、アクセル踏み込み量、吸入空気量、回転速度、クランク角度、筒内圧、スロットル開度等を検出あるいは計算し、その結果に基づいて内燃機関1に供給する燃料噴射量、タイミングを計算して燃料噴射弁10に駆動パルスを出力したり、スロットル開度を計算してスロットル弁駆動手段5に制御信号を出力したり、点火時期等を計算して点火プラグ11に点火信号を出力したりする。ECU20は、さらに、NOx捕捉剤15が劣化したと判定した場合には、そのことを運転者に警告するための警告灯26への信号を出力する。

【0035】燃料は、図示しない燃料タンクから燃料ポンプで圧送され燃圧レギュレータにて所定の圧力（5～15MPa程度）に保持され、燃料噴射弁10に供給される。ECU20により出力される駆動パルスにより所定のタイミングに所定量の燃料が燃料噴射弁10より燃焼室9に直接噴射される。内燃機関1の運転モードとしては、ストイキ運転、均質リーン運転、成層リーン運転等がある。均質リーン運転時には、吸気行程で、燃料を噴射して空気との混合を行い、均質な混合気を燃焼させる。成層リーン運転時には、圧縮行程で燃料を噴射して混合気中に層状に燃料を分布させ、点火プラグ11近傍に燃料を集め（濃い混合気とする）ようとしている。

【0036】スロットル弁4によって計量された吸入空気は、吸気弁8を通って燃焼室内に流入する。この際、スワール制御弁6によってスワール強度が制御される。通常、成層リーン運転時や均質リーン運転時にはスワール強度を高く、それ以外ではスワール強度を低くするよう設定されている。特に成層運転時には、前述の燃料噴射タイミングとスワールによる空気流動およびピストン21の上面に設けたキャビティ22の形状により、燃料を燃焼室9全体に広げることなく、点火プラグ11の近傍に集めている。

【0037】燃料と吸入空気との混合気中の燃料は、点火プラグ11によって点火され、燃焼する。燃焼後の排気ガスは排気弁13の開弁によって排気系24に排出され、排気ガスは排気系24に配置されたNOx捕捉剤15

## (6) 001-241320 (P2001-241320A)

りに流入する。

【0038】第1の空燃比センサ14は、NO<sub>x</sub>捕捉剤15上流部の排気ガス中の酸素濃度に応じた信号を出力し、その出力から実際の空燃比を検出する。従って、第1の空燃比センサ14にて検出した実空燃比に基づいて目標空燃比となるように、供給する混合気の空燃比をフィードバック制御することが行われる。

【0039】第2の空燃比センサ25は、NO<sub>x</sub>捕捉剤15下流部の排気ガス中の酸素濃度に応じた信号を出力し、その出力から空燃比を検出することができ、この第2の空燃比センサ25にて検出した実空燃比に基づいてNO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉されたNO<sub>x</sub>量を判定することができる。本実施形態では、第2の空燃比センサ25として、図2に示されているように、センサ出力（出力電圧）が、空燃比がトイキ近辺において急変し、トイキを境にして2値的な値を出力する、いわゆるO2センサを用いているが、これに限定するものではない。例えば、排気ガス中の酸素濃度に基づき空燃比に応じてほぼリニアな出力を発生する、いわゆる広域空燃比センサであってもよい。

【0040】なお、排気系24から吸気系23には、排気ガス再循環（EGR）装置の図示しない通路およびEGRバルブが設けられている。特に成層運転時には、NO<sub>x</sub>の発生を抑えるためと、燃焼速度を抑えるために多量のEGRを導入している。図3はECU20の構成を示している。ECU20は、マイクロコンピュータにより構成され、CPU30、ROM37、RAM38、入

$$T_i = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot TGFBA \cdot \text{ALPHA} \cdot K_r \dots (1)$$

【0044】ここで、Kは燃料噴射弁10等の特性に基づく係数、Q<sub>a</sub>は吸入空気量、N<sub>e</sub>は機関回転速度、TGFBAは内燃機関1に供給すべき混合気の目標当量比、ALPHAはフィードバック補正係数である。K<sub>r</sub>は排気ガスの空燃比を所定の周期でリーン空燃比から理論空燃比またはリッチ空燃比に一時的に変化させる空燃比変更制御（以下、NO<sub>x</sub>パージ制御と記す）時の空燃比補正係数である。

【0045】目標当量比TGFBA=1であれば、内燃機関1に供給される混合気の空燃比はトイキとなる。これに対し、TGFBA<1であれば、内燃機関1に供給される混合気の空燃比はリーン空燃比となり、TGFBA>1であれば、内燃機関1に供給される混合気の空燃比はリッチ空燃比となる。

【0046】目標当量比TGFBAは、例えば、図4に示されているように、機関回転速度N<sub>e</sub>と負荷（例えば、アクセルペダル18の踏み込み量を検出するアクセルセンサ19の信号に基づいて算出される目標トルク）とのマップとして予めROM37に格納されている。

【0047】この場合、実線しより低負荷の運転領域ではTGFBAはリーン相当、実線しと実線Rの間の運転領域ではTGFBA=1、すなわちトイキ相当、実線R

出力回路32を具備している。

【0041】前述したエアフローセンサ3、スロットル弁開度センサ5a、筒内圧センサ12、第1の空燃比センサ14、第2の空燃比センサ25、クランク角センサ17、アクセルセンサ19の出力信号および気筒判別センサ27の出力信号は入力回路31に入力され、CPU30は、ROM37に記憶されたプログラムや定数に基づいて、これらの入力信号を入出力ポート32を介して読み込み、演算処理を行う。この演算処理の結果として、CPU30から、点火時期、インジェクタ駆動パルス幅およびタイミング、スロットル弁開度指令、スワール制御弁開度指令が入出力ポート32を介して点火出力回路33、燃料噴射弁駆動回路34、スロットル弁駆動回路35、スワール制御弁駆動回路36に出力され、点火時期制御、燃料噴射制御、スロットル弁開度制御、スワール制御が実行される。

【0042】さらに、ECU20は、例えば、NO<sub>x</sub>捕捉剤15が劣化したと判定した場合には、警告灯駆動回路39によって警告灯26を点灯する。RAM38は入力信号の値や演算結果等の記憶に用いられる。ROM37に記憶されたプログラムや定数に基づいて、例えば次式（1）に基づいて燃料噴射時間T<sub>i</sub>が算出され、燃料噴射弁10から燃料が噴射され、燃料が内燃機関1に供給される。

【0043】

【数1】

より高負荷の運転領域ではTGFBA>1、すなわちリッチ相当に設定される。さらに、実線しより低負荷の運転領域内では、点線Sより低負荷の運転領域では層状混合気を形成して空燃比4.0～5.0の極めてリーンな混合気による燃焼が実現される（成層リーン運転）。実線Rと点線Sの間の運転領域では、均質かつ空燃比2.0～2.5程度のリーンな混合気燃焼が実現される（均質リーン運転）。

【0048】トイキ運転（TGFBA=1, K<sub>r</sub>=1）においては、第1の空燃比センサ14によって検出された実空燃比に基づき、空燃比が正確にトイキとなるようにフィードバック制御がなされ、フィードバック補正係数ALPHAが演算され、燃料噴射時間T<sub>i</sub>に反映される。フィードバック補正係数ALPHAは実空燃比がリッチになると減少し、実空燃比がリーンになると増大し、通常1.0を中心と上下動する。フィードバック補正係数ALPHAはトイキ運転以外のときは所定の値または、学習値に固定される。

【0049】リーン運転時（TGFBA<1, K<sub>r</sub>=1）には、NO<sub>x</sub>捕捉剤15に排気ガス中のNO<sub>x</sub>が捕捉される。NO<sub>x</sub>捕捉量が所定量になると（所定の周期で）、TGFBA=1, K<sub>r</sub>≥1、すなわち空燃比が

## (7) 001-241320 (P2001-241320A)

ストイキまたはリッチの酸素濃度の低い状態に切り替えられ ( $\text{NO}_x$  パージ制御)、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に吸着又は吸収など捕捉された  $\text{NO}_x$  が放出され、排気ガス中の HC や CO によって還元されるか、捕捉された状態で接触還元されるなどして  $\text{NO}_x$  捕捉性能が回復される。

【0050】なお、本実施形態の筒内噴射方式内燃機関の場合には、空燃比をストイキまたはリッチ空燃比に切り替えるときに、主にスロットル弁駆動手段 5 によってスロットル弁 4 を閉方向に作動させて吸入空気量を減らすと共に、供給燃料量を制御して空燃比を変更するが、このような方法に限定されることはない。

【0051】 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 は、リーン運転時時の  $\text{NO}_x$  捕捉と、ストイキ運転時の排気浄化性能を確保するため、いわゆる三元触媒性能を併せ持つように構成されている。 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 は、例えば、アルミナを担体とし、ナトリウム Na、バリウム Ba 等のようなアルカリ金属やアルカリ土類と、プラチナ Pt、ロジウム Rh のような貴金属とが担持されたもので構成されている。さらに、ストイキ運転での、いわゆる三元性能を向上させるために、酸素貯蔵能力を持ったセリウム Ce が担持されているものもある。

【0052】 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 は、流入してくる排気ガスの空燃比がリーン空燃比のときには排気ガス中の  $\text{NO}_x$  を捕捉し、排気ガス中の酸素濃度が低下する（例えば、ストイキ運転やリッチ運転となった場合）と、捕捉していた  $\text{NO}_x$  を放出する。放出された  $\text{NO}_x$  は、例えばプラチナ Pt の触媒作用で排気ガス中の HC や CO と反応して還元される。または、捕捉された状態で接触還元される。このようにして大気中に放出される  $\text{NO}_x$  の量を低減することができる。さらにストイキ運転中では、例えばプラチナ Pt の触媒作用で排気ガス中の HC、CO は酸化され、 $\text{NO}_x$  は還元されるので、これらの排ガス成分を低減することができる。なお、 $\text{NO}_x$  捕捉剤の種類にもよるが、流入してくる排気ガスの空燃比がリーンであっても排気ガス中の HC や CO で  $\text{NO}_x$  の一部を還元する効果を持つものもある。

【0053】上述したように、排気ガスの空燃比がリーン空燃比のときには、排気ガス中の  $\text{NO}_x$  は  $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉される。しかしながら、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 の  $\text{NO}_x$  捕捉能力には限界があり、捕捉能力が飽和するまで  $\text{NO}_x$  を捕捉すれば、もはや  $\text{NO}_x$  を捕捉しえなくなり、 $\text{NO}_x$  が  $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 を素通りして大気に放出されてしまうことになる。

$$TNOA_{(new)} = TNOA_{(old)} + NOAS \quad \dots (2)$$

【0059】本実施形態では、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉されると推定される  $\text{NO}_x$  の量  $TNOA$  が飽和捕捉量  $TNOAMX$  に達する以前に排気ガスの空燃比を一時的にストイキ空燃比またはリッチ空燃比にし、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 から  $\text{NO}_x$  を放出させるようにしている。

【0060】なお、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉される  $\text{NO}_x$

【0054】従って、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 の  $\text{NO}_x$  捕捉能力が飽和する前に、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 から  $\text{NO}_x$  を放出または還元（パージ）させる必要がある。このため、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 にどの程度の  $\text{NO}_x$  が捕捉されているかを推定（検出）することが必要となる。

【0055】図 5 は、本実施形態による内燃機関の排気浄化装置のシステム構成を示している。この排気浄化装置は、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 の  $\text{NO}_x$  捕捉量を検出する捕捉量検出手段 40 と、捕捉量検出手段 40 による捕捉量検出に適していない内燃機関システムの動作状態を予め設定され、これを特定条件として特定条件成立時には捕捉量検出手段 40 による  $\text{NO}_x$  捕捉量の検出を禁止あるいは中止または検出結果に関する値を補正する捕捉量検出適正化手段 41 と、捕捉量検出手段 40 の捕捉量検出結果に基づいて  $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 の性能を評価する  $\text{NO}_x$  捕捉剤性能評価手段 42 と、 $\text{NO}_x$  捕捉剤性能評価手段 42 による捕捉剤性能評価に不適切な内燃機関システムの動作状態を予め設定され、これを特定条件として特定条件成立時には  $\text{NO}_x$  捕捉剤性能評価手段 42 による捕捉剤性能評価を禁止あるいは中止または補正する捕捉剤性能評価適正化手段 43 および評価結果の表示または記録を禁止する捕捉剤性能評価結果表示・記録禁止手段 44 を含んでいる。これら各手段は ECU 20 がソフトウェアを実行することにより具現化される。

【0056】次に、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 の  $\text{NO}_x$  捕捉量の推定方法について説明する。内燃機関 1 から排出される排気ガス中の  $\text{NO}_x$  の量（単位時間あたり）が増大すれば、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉される  $\text{NO}_x$  の量（単位時間あたり）も増大する。内燃機関 1 から排出される排気ガス中の  $\text{NO}_x$  の量（単位時間あたり）は、内燃機関 1 の回転速度と負荷とでほぼ決まるため、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉される  $\text{NO}_x$  の量（単位時間あたり）は内燃機関 1 の回転速度と負荷との関数となる。

【0057】したがって、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉される  $\text{NO}_x$  の量（単位時間あたり）  $NOAS$  を予め内燃機関 1 の回転速度と負荷との関数として測定してマップの形で予め ROM 37 に記憶しておく。リーン運転が継続する間は、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉されていると推定される  $\text{NO}_x$  の量  $TNOA$  は、次式（2）のように所定時間毎に捕捉  $\text{NO}_x$  量  $NOAS$  を累積することによって求めることができる。

【0058】

【数 2】

$\text{x}$  の量（単位時間あたり）  $NOAS$  は、点火時期や燃料噴射時期を代えたことに影響を受けるので、これらのパラメータで補正することがさらに好ましい。また、 $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉される  $\text{NO}_x$  の量（単位時間あたり）は、すでに  $\text{NO}_x$  捕捉剤 15 に捕捉されている  $\text{NO}_x$  の量によっても影響を受ける。したがって、 $\text{NO}_x$  捕

## (8) 001-241320 (P2001-241320A)

捕捉剤15のNO<sub>x</sub>捕捉量がほとんどない状態でのNO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉されるNO<sub>x</sub>の量（単位時間あたり）をNO<sub>x</sub>Sとして、例えば、下式（3）によってNO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉されていると推定されるNO<sub>x</sub>の量T

$$TNOA(\text{new}) = TNOA(0\text{1d}) + (1 - TNOA(0\text{1d}) / TNOAMX) \times NOxS \quad \dots (3)$$

【0062】すなわち、NO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉されるNO<sub>x</sub>の量（単位時間あたり）NO<sub>x</sub>Sは、飽和捕捉量からすでに捕捉された分を減算した値にほぼ比例するものとしている。

【0063】リーン運転中は、EGRによってNO<sub>x</sub>の発生を抑制しているため、EGRバルブに異常が発生した場合には、運転状態から求めたNO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉されるNO<sub>x</sub>の量（単位時間あたり）NO<sub>x</sub>Sが、正しい値とならなくなってしまう。さらに、スワール制御弁6等の空気流動強化手段に異常が発生したようなときにも、同様に、捕捉NO<sub>x</sub>量NO<sub>x</sub>Sが正しい値とならなくなってしまう。さらに、エアフローセンサ3、スロットル弁開度センサ5a、筒内圧センサ12、第一の空燃比センサ14、クランク角センサ17、アクセルセンサ19などの異常が発生した場合にも、内燃機関1の回転速度や負荷、空燃比等の運転状態が正しく把握されなくなるために、捕捉NO<sub>x</sub>量NO<sub>x</sub>Sも正しい値とならなくなってしまう。これ以外にも燃料圧力、点火時期、供給燃料量（たとえば気筒ごとの空燃比が違っている等）、燃焼圧、排気温度等に異常が発生した場合には、排気組成が変化してNO<sub>x</sub>濃度が変化する可能性がある。

【0064】したがって、EGRバルブ等に異常が発生して内燃機関1で発生するNO<sub>x</sub>の量が多くなってしまうような場合とか、センサ異常等で運転状態を正確に把握できない様な場合には、リーン運転を禁止するとか、リーン運転時間を短めに制限する。また、後述するNO<sub>x</sub>捕捉剤15の性能の評価を禁止する。

【0065】また、リーン運転中に運転状態が急変するような場合にも捕捉NO<sub>x</sub>量NO<sub>x</sub>Sが、正しい値とならなくなってしまうことがある。この様な場合にも、リーン運転時間を短めに制限したり、後述するNO<sub>x</sub>捕捉剤15の性能の評価を禁止する。

【0066】ところで、燃料や内燃機関1の潤滑油中には硫黄が含まれているので、わずかではあるが、内燃機関1の排気ガス中にはSO<sub>x</sub>が含まれている。このSO<sub>x</sub>もNO<sub>x</sub>と共にNO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉される。ところが、SO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>捕捉剤15にいったん捕捉されると、バージされにくく、SO<sub>x</sub>の捕捉量が増大するにしたがって、NO<sub>x</sub>捕捉剤15に捕捉しうるNO<sub>x</sub>の量が次第に減少してしまう。このことは、NO<sub>x</sub>捕捉剤15のNO<sub>x</sub>捕捉能力が劣化したことを意味する。

【0067】これ以外にも、使用過程での熱や各種の物質（鉛Pd、シリコンSi等）によってもNO<sub>x</sub>捕捉剤

NO<sub>x</sub>を求めるようにしてもよい。

【0061】

【数3】

15のNO<sub>x</sub>捕捉能力が劣化する。したがって、NO<sub>x</sub>捕捉剤15にどの程度のNO<sub>x</sub>が捕捉し得るか、すなわちNO<sub>x</sub>捕捉剤15のNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXを検出することが必要となる。以下このことについて説明する。

【0068】まず、NO<sub>x</sub>捕捉剤15に実際に捕捉されているNO<sub>x</sub>捕捉量の検出方法について説明する。NO<sub>x</sub>捕捉剤15からNO<sub>x</sub>を放出させるために、排気ガスの空燃比を一時的にストイキまたはリッチ空燃比にする（NO<sub>x</sub>バージ制御）と、内燃機関1からは、未燃HC、COを多く含み、酸素濃度の低い排気ガスが排出される。

【0069】このとき、NO<sub>x</sub>捕捉剤15またはNO<sub>x</sub>捕捉剤15の上流に、酸素貯蔵能力を持った触媒等が配置されていると、まず、貯蔵された酸素が放出される。酸素の放出が進み、NO<sub>x</sub>捕捉剤15内の酸素濃度が低下してくると、捕捉されたNO<sub>x</sub>が放出され、同時に未燃HC、CO等により還元されるか、捕捉された状態で接触還元されるなどしてバージされる。

【0070】NO<sub>x</sub>バージ制御時の第2の空燃比センサ25の出力波形の例を図6に示している。曲線aとbは、酸素貯蔵量（酸素貯蔵能力）が異なるNO<sub>x</sub>捕捉剤15を用いてNO<sub>x</sub>捕捉量を同じにしたときの第2の空燃比センサ25の出力波形を示しており、このうち曲線aが酸素貯蔵能力が小さい場合、曲線bが酸素貯蔵能力が大きい場合を示している。

【0071】なお、リーン運転を行えば、短時間で酸素貯蔵能力いっぱいまで酸素は貯蔵されるので、この場合には酸素貯蔵量と酸素貯蔵能力は同一と考えてよい。曲線bとcは、同一のNO<sub>x</sub>捕捉剤15を用いてNO<sub>x</sub>捕捉量を変えたときの第2の空燃比センサ25の出力波形を示しており、このうち曲線bがNO<sub>x</sub>捕捉量が少ない場合、曲線cがNO<sub>x</sub>捕捉量が多い場合を示している。この場合には、酸素貯蔵量（酸素貯蔵能力）は等しい。

【0072】図7に示されているように、リーン空燃比を示すしきい値VS1とリッチ空燃比を示すしきい値VS2とを設定してNO<sub>x</sub>バージ制御開始から第2の空燃比センサ25の出力がしきい値VS1をよこぎるまでの時間をT1、さらにしきい値VS2をよぎるまでの時間をT2とする。図8、図9は同一の運転状態のときのNO<sub>x</sub>捕捉量と時間T2、酸素貯蔵量と時間T1の関係をそれぞれ示している。これらの図から分かるように、時間T2とNO<sub>x</sub>捕捉量、時間T1と酸素貯蔵量との間には、各々ほぼ直線的な関係が認められる。

(9) 001-241320 (P2001-241320A)

【0073】なお、実験に用いたNOx捕捉剤の場合には、実験により、しきい値VS1を約0.2V、しきい値VS2を約0.8Vとすることによって酸素貯蔵量とNOx捕捉量とを分離して検出することを確認した。さらに、第2の空燃比センサ25の出力がしきい値VS2をよこぎるタイミングがNOx捕捉剤に捕捉されたNOxの放出終了タイミングであることを実験により確認している。従って、バージ制御は第2の空燃比センサ25の出力がしきい値VS2をよこぎった後に終了するようにしてある。

【0074】第2の空燃比センサ25が劣化した場合には、上述のしきい値VS1、VS2の電圧値が変化してしまうので、リーン運転時の出力とリッチ運転時の出力に応じてしきい値VS1、VS2の電圧値を補正することが好ましい。なお、しきい値VS1のみを設定しても、時間T1から酸素貯蔵量を検出可能であることは以上の説明から明らかである。

【0075】図10は従来より行われているNOx捕捉量の検出方法を示している。この検出方法では、ストイキ付近を示すしきい値VSx(約0.5V)を設定し、NOxバージ制御開始からそのしきい値VSxをよぎるまでの時間Txを測定している。この場合には、NOx捕捉量と時間Txとの関係は図11に示されているようになり、酸素貯蔵量が一定ならば、時間TxからNOx捕捉量を検出できるが、酸素貯蔵量に応じてNOx捕捉量と時間Txとの関係が変化するから、酸素貯蔵量が異なる場合には、時間TxからNOx捕捉量を正確に検出することはできない。

【0076】NOx捕捉剤15に捕捉されたNOxは、ほぼ上述の時間T2の間にバージされているので、その間にバージされたNOx量を求めれば、NOx捕捉剤15内に捕捉されていたNOx量が分かることになる。

【0077】NOx捕捉剤15からNOxがバージされている間は排気ガス中に含まれる未燃HC、COがNOxを還元するために使用される。従って、単位時間当たりNOx捕捉剤15からバージされるNOxの量NODSは単位時間当たり供給される未燃HC、COの量、す

$$TNOD = \sum NODS \text{ (時間T2の間の総和)}$$

$$= k \cdot \sum \{ Qa \cdot (Kr - 1) \} \text{ (時間T2の間の総和)} \quad \dots (6)$$

【0084】なお、NOx捕捉剤15からバージされるNOxの量NODSの計算式  $NODS = k \cdot Qa \cdot (Kr - 1)$ において、実際的には、バージ制御係数Krは固定値(例えば、運転モード毎に複数の固定値を予め設定)であることが多い。従って、時間T2の間の放出NOxの量NODSの総和TNODは時間T2の間の吸入空気量Qaの総和に比例することになる。このことより、バージNOxの量NODSの総和TNODを次式(7)で求めてよい。

【0085】

【数7】

なわち余剰の燃料量に比例する。単位時間当たり供給される余剰燃料量Qfxは次式(4)で表される。

【0078】

【数4】

$$Qfx = k1 \cdot Ti \cdot (Kr - 1) / Kr \cdot Ne \\ = k1 \cdot K \cdot Qa \cdot (Kr - 1) \quad \dots (4)$$

【0079】ここで、k1は比例定数、他は燃料噴射時間Tiの式(1)で説明した値と同じである。単位時間当たりNOx捕捉剤15からバージされるNOxの量NODSはQfxに比例するので、比例定数をk2とすれば、バージNOx量NODSは次式で表される。

【0080】

【数5】

$$NODS = k2 \cdot Qfx \\ = k \cdot Qa \cdot (Kr - 1) \quad \dots (5)$$

ここで、k = k1 · k2とした。

【0081】なお、NOx捕捉剤15の種類にもよるが、バージ制御時にバージ制御係数Krが大き過ぎる(空燃比がリッチ過ぎる)と、NOx捕捉剤15に捕捉されたNOxの還元反応速度を超えて供給される可能性がある。この場合、未燃HC、COの一部がNOx捕捉剤15を素通りすることになり、NOx捕捉量の算出誤差を生じる。一方、通常のNOxバージ制御時のバージ制御係数KrはNOxの放出を速めるために、バージ制御係数Krを多少大き目の値(例えば、Kr > 1.1)とすることがある。このため、NOx捕捉量を求めるときのNOxバージ制御時のバージ制御係数Krに関しては、通常のNOxバージ制御とは異なった値(例えば、1 < Kr < 1.1)とすることが好ましい。

【0082】以上述べたように、NOxバージ制御時に、前述の時間T2の間のバージNOx量NODSの総和(NOx捕捉量検出)TNODを求めれば、NOx捕捉剤15に捕捉されていたNOxの総量を求めることができる。すなわち、次式(6)となる。

【0083】

【数6】

$$TNOD = \sum NODS \text{ (時間T2の間の総和)}$$

$$= k' \cdot Qave \cdot Kr \cdot T2 \quad \dots (7)$$

ここに、k'は比例定数。Qaveは時間T2の間の吸入空気量Qaの平均値である。

【0086】なお、上述したように、NOxバージ制御時に、時間T2の間に供給された余剰燃料量から、NOx捕捉剤15に捕捉されていたNOx捕捉量を検出しているため、余剰燃料の算出が正しくできないようなときには、NOx捕捉量の検出を中止することが好ましい。

【0087】例えば、NOxバージ制御中に運転状態が急変したようなときには、実際の空燃比が制御すべき空燃比(バージ制御係数Krにより制御されるべき値)と

(10) 101-241320 (P2001-241320A)

ずれてしまうことがある。この様なことは、空燃比学習が十分でない場合や、運転状態の変化検出から実際の空燃比に関する制御を行うまでの制御遅れ等によって発生する。

【0088】さらに、燃料を内燃機関1に供給してから、NO<sub>x</sub>捕捉剤15に到達し、さらにNO<sub>x</sub>捕捉剤15の下流の第2の空燃比センサ25に到達するまでのガス輸送遅れが存在するため、運転状態が変化した場合には、内燃機関1に供給した余剰燃料量とNO<sub>x</sub>捕捉剤に供給された余剰燃料量とが一致しなくなってしまう。

【0089】また、エアフローセンサ3、スロットル弁開度センサ5a、筒内圧センサ12、第一の空燃比センサ14、クランク角センサ17、アクセルセンサ19などに異常が発生した場合にも、内燃機関1の回転速度や負荷、空燃比等の運転状態が正しく把握されなくなるために、余剰燃料量も正しく算出できなくなってしまう。

【0090】したがって、上述のようにNO<sub>x</sub>バージ制御中に運転状態が所定値以上変化した場合や、センサ等に異常が発生した場合には、NO<sub>x</sub>捕捉量の検出を中止するか、検出に基づく制御を実行しない様にする。

【0091】ところで、NO<sub>x</sub>捕捉剤15のNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXを検出するためには、NO<sub>x</sub>バージ制御時にNO<sub>x</sub>捕捉剤15内に捕捉されていると推定されるNO<sub>x</sub>の量TNOAがNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXとなっていなければならない。一方、通常のNO<sub>x</sub>バージ制御は、NO<sub>x</sub>捕捉剤15内に捕捉されていると推定されるNO<sub>x</sub>の量TNOAがNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXよりも少ない値TNOAPとなつたときに実行される。

【0092】このため、図12に示されているように、通常は、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAがNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXよりも少ないバージ制御設定値TNOAPとなると、NO<sub>x</sub>バージ制御が実行され、NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXを検出するときだけ、捕捉NO<sub>x</sub>量TNOAがNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXより若干大きな値となつたときに、NO<sub>x</sub>バージ制御が実行される。そ

$$k_c (new) = k_c (old) \cdot TNOAP / TNOA \dots (8)$$

【0097】さらに、上記の補正係数k<sub>c</sub>が1より大きくなっている場合、内燃機関1やNO<sub>x</sub>捕捉剤15の異常があると判定するようにしてもよい。具体的には、k<sub>c</sub> < 1で、それが大きい場合、NO<sub>x</sub>捕捉剤15が劣化していると判定できる。

【0098】より劣化判定精度を高める目的で、係数k<sub>c</sub>によりNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化が判定されたときに、前述したNO<sub>x</sub>捕捉剤の劣化判定を実行するようにすることも好ましい。逆に、k<sub>c</sub> > 1で、それが大きい場合、内燃機関1から排出されるNO<sub>x</sub>の量が予め設定してあるマップ値より多くなっている、すなわち内燃機関1に異常があると判定できる。

【0099】上述したNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの

して、上述の方法により、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>を求め、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>に応じてNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXが更新され、さらに通常のNO<sub>x</sub>バージ制御開始用のしきい値TNOAPも更新される。

【0093】以上述べた方法により、NO<sub>x</sub>捕捉剤15のNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXが検出される。検出されたNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXが所定の値より小さくなつた場合には、例えば、SO<sub>x</sub>被毒再生制御が実施され、その後もNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXが所定の値より小さい場合にはNO<sub>x</sub>捕捉剤15が劣化したと判定し、NO<sub>x</sub>触媒の劣化を表すコードを記憶、およびまたは、運転者に対して警告灯26の点灯による警告等を実行する。

【0094】なお、SO<sub>x</sub>被毒再生制御は、NO<sub>x</sub>捕捉剤15の温度を予め設定した温度、例えば600°C以上まで上昇させ、かつ空燃比をリッチとして所定時間運転を継続することで達成される。

【0095】推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAは、あくまでも推定値であるので、EGR等の動作が正常であっても、誤差を含んでいる。誤差の要因としては、例えば、前述したNO<sub>x</sub>捕捉剤に捕捉される（内燃機関1から放出される）NO<sub>x</sub>量を予め設定してあるマップ値と、環境条件や機差等による実際の値とのずれや、NO<sub>x</sub>捕捉剤15のNO<sub>x</sub>捕捉性能の劣化等がある。従って、例えば、以下のように推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAを補正して用いることが好ましい。すなわち、通常のNO<sub>x</sub>バージ制御に検出されるNO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>と、NO<sub>x</sub>バージ制御開始用の推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAに対するしきい値TNOAPとを比較して推定NO<sub>x</sub>捕捉量がNO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>となるように補正する。具体的には、例えば、次式(8)の係数k<sub>c</sub>を求め、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAに係数k<sub>c</sub>を新たに推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAとして使用する。

【0096】

【数8】

$$k_c (new) = k_c (old) \cdot TNOAP / TNOA \dots (8)$$

検出およびNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定は、所定の条件が成立したときだけ、例えば、NO<sub>x</sub>捕捉剤15の温度や運転状態が所定範囲のときとか、所定の時間が経過したとき、あるいは前述したようにk<sub>c</sub> < 1によりNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化が判定されたときに、さらに確認のために劣化判定を実行することが好ましい。その理由を以下説明する。

【0100】NO<sub>x</sub>捕捉剤15のNO<sub>x</sub>捕捉量はNO<sub>x</sub>捕捉剤15の温度の影響を強く受けるので、NO<sub>x</sub>捕捉剤15の温度に関する条件を設定している。NO<sub>x</sub>捕捉剤15は、温度が低く過ぎても、高過ぎてもNO<sub>x</sub>捕捉量が低下する。温度は直接測定しても、運転状態から推定してもよい。

(1) 01-241320 (P2001-241320A)

【0101】運転条件は、例えば、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAの推定精度を高めるために設定される。推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAがNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMX以上となるまでリーン運転が継続されるので、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAが実際より少なめの推定をしていると、結果的にNO<sub>x</sub>捕捉剤15を通り過ぎるNO<sub>x</sub>の量が増えてしまう。

【0102】また、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAが実際より多めの推定をしていると、NO<sub>x</sub>捕捉量がNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXとなる前にNO<sub>x</sub>バージ制御を開始して、結果的にNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXを実際より少なめに判定してしまう可能性がある。このため、燃焼が安定している運転領域が条件として設定される。

【0103】前述したように、EGRバルブやスワール制御弁6等に異常が発生した場合や、リーン運転中の運転状態の変化が大きい場合等には、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAの誤差が大きくなるので、NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出およびNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定を禁止あるいは中止する。

【0104】また、同じく前述したように、バージ制御中の運転状態の変化が大きいときにもNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出およびNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定を禁止あるいは中止する。

【0105】NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXを検出するためには、NO<sub>x</sub>飽和捕捉量以上までNO<sub>x</sub>を捕捉させてからNO<sub>x</sub>バージ制御を行う必要があり、結果的にNO<sub>x</sub>捕捉剤15を通り過ぎるNO<sub>x</sub>の量が多少増えてしまう。このため、NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出の頻度を制限する必要がある。具体的には、前回のNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出から所定時間経過してから実行するようにすると、内燃機関1の始動から停止までの間に実行する回数を制限したりする。

【0106】なお、本願出願人は、種々の実験により下記の様な特定状態である場合にも、NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAやNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出およびNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定を禁止あるいは中止、または検出結果に関する値を補正することが好ましいことを見出した。

【0107】第1の特定状態は、リーン運転中にNO<sub>x</sub>捕捉剤15に流入するHC等の濃度が、所定以上高すぎるか、低すぎる場合である。NO<sub>x</sub>捕捉剤15の種類等によっても異なるが、リーン運転中にNO<sub>x</sub>捕捉剤15に流入するHCの濃度が5000 ppmの場合、500 ppmの場合に比べて、NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXが30~40%程度も低下することがあった。

【0108】この第1の特定状態の具体例は、スワール制御弁6等の空気流動強化手段に異常が発生していたり、失火が発生していたり、燃焼状態が不安定となっていたり、NO<sub>x</sub>捕捉剤15の上流の触媒の酸化性能が劣化した場合である。これらの異常や性能劣化は、公知の

技術、例えば、内燃機関1の回転変動による失火や燃焼状態の悪化検出技術や、触媒上下流の空燃比センサの信号に基づく触媒の性能劣化検出技術によって検出可能である。

【0109】この第1の特定状態が検出されれば、NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAやNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出およびNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定を禁止あるいは中止、または検出結果に関する値を補正する。検出結果に関する値の補正方法としては、例えば、上流の触媒の劣化の程度や、失火の発生の程度に応じて(NO<sub>x</sub>捕捉剤15に流入するHCの濃度に応じて)NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXまたは、NO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定のためにNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXと比較するしきい値を補正する。

【0110】第2の特定状態は、ストイキまたはリッチ運転が所定時間以上継続した後リーン運転へ移行した直後である。NO<sub>x</sub>捕捉剤15の種類や運転状態等にもよると考えられるが、ストイキまたはリッチ運転の継続時間が短時間の場合には、ほとんど影響ないが、ストイキまたはリッチ運転がおおよそ40秒以上継続した場合には、その直後のリーン運転中のNO<sub>x</sub>捕捉性能が低下する。NO<sub>x</sub>の捕捉、バージ制御(NO<sub>x</sub>放出、または還元)を数サイクル実施すると、NO<sub>x</sub>捕捉性能が復活する。したがって、第2の特定状態のときも、NO<sub>x</sub>捕捉量TNOAやNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXの検出およびNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定を禁止あるいは中止する。

【0111】上述の説明では、SO<sub>x</sub>被毒再生制御の実施判定やNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定のためにNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXと所定値を比較している。一方、NO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAMXを求めるために使うNO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>の式TNO<sub>D</sub>=k·Σ{Q<sub>a</sub>·(K<sub>r</sub>-1)}(時間T2の間の総和)、または、K<sub>r</sub>が固定値の場合の式TNO<sub>D</sub>=k'·Q<sub>a</sub>·v<sub>e</sub>·T2から、以下のようにしてもよい。すなわち、吸入空気量Q<sub>a</sub>やバージ制御係数K<sub>r</sub>のマップにしきい値を予め記憶しておき、そのしきい値と時間T2とを比較して判定するようにしてもよい。

【0112】つぎに、NO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化判定別の実施例を説明する。通常のNO<sub>x</sub>バージ制御において、NO<sub>x</sub>バージ制御開始用のしきい値TNOAPを所定のタイミングで、例えば所定値だけ増大させてTNOAPCとする。しきい値がTNOAPとTNOAPCの時のそれぞれのNO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>を求め、さらにその差を算出する。差が所定値以下となれば、しきい値TNOAPを所定値だけ減らす。更新されたしきい値TNOAPが所定値以下となったらNO<sub>x</sub>捕捉剤15が劣化したと判定する。その後の処理は前述の実施例と同様である。

【0113】この実施形態は、NO<sub>x</sub>捕捉量がNO<sub>x</sub>飽

(12) 01-241320 (P2001-241320A)

和捕捉量TNOAMX以内であれば、NOx捕捉剤15に流入したNOx量に対応してNOx捕捉量も変化することを利用している。逆に言えば、NOx捕捉量がNOx飽和捕捉量TNOAMXに達してしまえば、その後、いくらNOxが流入してもNOx捕捉剤15内のNOx捕捉量は増加しない。

【0114】この発明の本質は、推定NOx捕捉量TNOAを変化させたときのNOx捕捉量検出値TNO'Dの変化を調べてNOx飽和捕捉量TNOAMXに達しているかどうかを判定するものなので、それ以外のプロセスを限定するものではない。図13は空燃比制御プロセスを示すフローチャートである。この制御は図示しないメインルーチンから所定時間（例えば20ms）毎に起動される。

【0115】まず、リーン運転領域であるか否かを判別する（ステップ100）。ここでは、内燃機関1の負荷や回転速度、冷却水温、車両の車速等が所定の範囲内であるか否かにより調べができる。リーン運転領域でないと判定された場合には、フラグTGFBAに1、ページ制御係数Krに1を設定し（ステップ101）、第1の空燃比センサ14の出力に基づいて空燃比のフィードバック制御を実行する（ステップ102）。これによりストイキ運転が行われる。

【0116】これに対し、リーン運転領域であると判定された場合には、EGRバルブやスワール制御弁6等が正常であるか否かを調べる（ステップ103）。具体的には、図示しない別のフローによって判定された判定結果

$$T_i = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot TGFBA \cdot \text{ALPHA} \cdot K_r \\ = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot TGFBA \dots (9)$$

【0121】すなわち、目標当量比TGFBAに応じたリーン運転が実行されることになる。次に、リーン運転が継続する間、推定NOx捕捉量TNOAを次式（1）

$$TNOA(\text{new}) = TNOA(\text{old}) + k_c \cdot NOAS \dots (10)$$

ここで、捕捉NOx量NOASは、そのときの内燃機関1の運転状態に応じて予め設定されたマップ等から算出される。kcは推定誤差補正係数である。

【0123】次に、NOx捕捉剤15の性能評価を禁止または中止する特定条件としての診断マスク条件が成立しているか否かを判別する（ステップ113）。診断マスク条件としては、NOx捕捉剤15の下流の第2空燃比センサ25や、NOx捕捉剤15の周辺の温度を測定するための温度センサを備えている場合には、その温度センサ等が異常な場合や、前述したように、リーン運転中にNOx捕捉剤15に流入するHC等の濃度が所定以上高すぎるか、低すぎる場合や、ストイキまたはリッチ運転が所定時間以上継続した後リーン運転へ移行した直後である場合や、リーン運転中の運転状態が急変した場合や、運転状態が所定の範囲内でない場合等である。診断マスク条件が成立していれば、劣化判定実施のためのチェックステップ（ステップ114）をスキップする。

果を参照する。正常でない場合には、リーン運転を禁止し、ストイキ運転を行う。したがって、この場合には、後述するNOx捕捉剤の劣化判定等も実行されないことになる。

【0117】EGRバルブやスワール制御弁6が正常であれば、目標当量比TGFBAに、図4に示される内燃機関1の回転速度と負荷のマップから該当する値(<1)を検索設定する（ステップ104）。次に、劣化判定要求フラグがセット（=1）されているか否かを判別し（ステップ105）、セットされていれば、劣化判定サブルーチンを実行し（ステップ106）、この制御フローを終了する。

【0118】劣化判定フラグがセットされていなければ、NOxページ要求判定フラグがセット（=1）されているか否かを判別し（ステップ107）、セットされていれば、NOxページ制御サブルーチンを実行し（ステップ108）、通常のNOxページ制御回数のカウンタCNOOPを1だけカウントアップし（ステップ109）、この制御フローを終了する。

【0119】NOxページ要求判定フラグがセットされていなければ、フィードバック係数ALPHA=1、NOxページ制御時の空燃比補正係数Kr=1を設定する（ステップ110）。次に、燃料噴射時間Tiを次式（9）により算出する（ステップ111）。

【0120】

【数9】

0)により累積して求める（ステップ112）。

【0122】

【数10】

【0124】劣化判定実施のためのチェックステップ（ステップ114）では、通常NOxページ制御回数カウンタCNOOPが判定値KNOOP以上であるか否かを判別する。通常NOxページ制御回数カウンタCNOOPが判定値KNOOP以上であれば、NOx捕捉剤15の劣化判定が必要と判断し、推定NOx捕捉量TNOAが（飽和NOx捕捉量TNOAMX+α）を超えているかを否かを判別する（ステップ115）。超えていれば、劣化判定要求フラグをセット（=1）し（ステップ116）、通常NOxページ制御回数カウンタCNOOPをクリアする（ステップ117）。超えていない場合には、この制御フローを終了する。

【0125】これに対し、通常NOxページ制御回数カウンタCNOOPが判定値KNOOP未満であれば、通常のNOxページ制御の開始条件を調べる。ここでは、推定NOx捕捉量TNOAがNOxページしきい値TNOAPを超えているか否かを調べる（ステップ118）。超

(単3) 01-241320 (P2001-241320A)

えていれば、NOxバージ要求フラグをセット(=1)する(ステップ119)。超えていない場合には、この制御フローを終了する。

【0126】以上のプロセスにより、診断マスク条件が成立しない場合には、通常のNOxバージ制御がKNO-P回行われる毎に、劣化判定が行われることになる。図14は通常のNOxバージ制御プロセスを示すフローチャートである。この通常のNOxバージ制御プロセスは、図13に示す制御フローからNOxバージ制御要求フラグがセットされているときにサブルーチンとして起動される。

【0127】まず、フィードバック係数ALPHA=1、目標当量比TGFBA=1とし、NOxバージ制御時の空燃比補正係数Krを設定する(ステップ20)

$$T_i = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot TGFBA \cdot ALPHA \cdot Kr \\ = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot Kr \quad \dots (11)$$

【0130】次に、NOx捕捉剤15の下流の第2空燃比センサ25が正常であるか否かを調べる(ステップ202)。正常でない場合には、第2空燃比センサ25に依らず所定時間だけNOxバージを行う。この場合は、バージ制御の実行時間のカウンタTRを $\Delta T$ (制御起動周期)ずつ加算し(ステップ203)し(1ずつ加算するようにしてもよい)、カウンタTRが所定値KTRを超えているか否かを判別する(ステップ204)。超えていなければ、このフローを終了と、超えていれば、NOxバージ要求フラグをクリア(=0)し(ステップ205)、カウンタTRと推定NOx捕捉量TNOAの初期化を行い(ステップ206)、このフローを終了する。

【0131】第2空燃比センサ25が正常であれば、第2の空燃比センサ25の出力Voがしきい値VS2を超えているかどうか否かを調べる(ステップ207)。超えていない場合には、次に、第2の空燃比センサ25の出力Voがしきい値VS1を超えているかどうかを調べる(ステップ208)。第2の空燃比センサ25の出力Voがしきい値VS1を超えていない場合には、NOxの放出が開始していない(貯蔵された酸素が放出されている)ので、この制御フローを終了する。

【0132】これに対し、第2の空燃比センサ25の出力Voがしきい値VS1を超えていれば、NOxの放出中なので、タイマT2を $\Delta T$ (制御起動周期)ずつ加算する(ステップ209)。なお、このタイマ加算は1ずつ加算するようにしてもよい)。次に、空気流量Qaの累積値SQaと累積回数カウンタCQaをそれぞれ更新する(ステップ210)。

【0133】第2の空燃比センサ25の出力Voがしきい値VS2を超えている場合には、NOxのバージが終了しているので、終了処理を行う。この時点で、タイマ(時間)T2は第2の空燃比センサ25の出力Voがしきい値VS1からしきい値VS2となるまでの時間を計

0)。さらに、空燃比を変更することによる内燃機関1の発生トルクの変化に伴うショックを低減するために、点火時期の補正等の制御も実行される。

【0128】なお、NOxバージ制御開始前の運転モードが成層運転モード(層状混合を形成して空燃比40~50程度の極めてリーンな燃焼運転モード)の場合には、さらに、運転モードを均質運転モード(燃料を均質に供給する運転モード)に切り替える制御も実行される。このためにスワール制御弁6の開度の制御、EGR量の制御、燃料噴射時期の変更や吸入空気量を減少させる等の制御が実行される。次に、燃料噴射時間Tiを次式(11)により算出する(ステップ201)。

【0129】

【数11】

測した値となる。

【0134】終了処理は、まず、NOxバージ要求フラグをクリア(=0)し(ステップ211)、次に、リーン運転中およびバージ制御中のTNOA補正マスク条件が成立しているを調べる(ステップ212)。TNOA補正マスク条件としては、NOx捕捉剤15の周辺の温度を測定するための温度センサを備えている場合には、その温度センサ等が異常な場合や、リーン運転中にNOx捕捉剤15に流入するHC等の濃度が所定以上高すぎるか低すぎる場合や、ストイキまたはリッチ運転が所定時間以上継続した後リーン運転へ移行した直後である場合や、リーン運転中の運転状態が急変した場合や運転状態が所定の範囲内でない場合等である。

【0135】これらの条件が成立した場合には、NOx捕捉量推定値TNOAや、NOx捕捉量検出値TNOdが正しく算出されないので、後述するNOx捕捉量推定値TNOAの補正を禁止する特定条件が成立しているとして、TNOAの補正係数kcの算出をスキップする。すなわち、TNOA補正マスク条件が成立している場合にはステップ216へスキップする。TNOA補正マスク条件が成立していないければ、NOx放出中の平均空気流量Qaveを次式(12)により算出する(ステップ213)。

【0136】

【数12】 $Qave = S Qa / C Qa \quad \dots (12)$

【0137】次に、NOx捕捉量検出値TNOdを次式(13)により算出する(ステップ214)。

【0138】

【数13】

$TNOd = k' \cdot Qave \cdot Kr \cdot T2 \quad \dots (13)$

【0139】次に、推定誤差補正係数kcを次式(13)により算出する(ステップ215)。

【0140】

【数14】

(14) 01-241320 (P2001-241320A)

$$k_c (new) = k_c (old) \cdot TNOAP / TNOA \dots (14)$$

【0141】次に、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNO<sub>A</sub>、時間T<sub>2</sub>、空気流量Q<sub>a</sub>の累積値SQ<sub>a</sub>、累積回数カウンタCQ<sub>a</sub>の初期化を行い（ステップ316）、この制御フローを終了する。なお、NO<sub>x</sub>バージ制御開始前の運転モードが成層運転モードの場合には、さらに、運転モードを均質運転モードから成層運転に切り替える制御も実行してから、この制御フローを終了する。

【0142】図15は劣化判定プロセスを示すフローチャートである。劣化判定プロセスは図13に示す制御フローから劣化判定要求フラグがセットされているときにサブルーチンとして起動される。まず、フィードバック係数ALPHA=1、目標当量比TGFBA=1とし、NO<sub>x</sub>バージ制御時の空燃比補正係数K<sub>r</sub>を設定する

$$T_i = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot TGFBA \cdot ALPHA \cdot K_r \\ = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot K_r \dots (15)$$

【0145】次に、第2の空燃比センサ25の出力V<sub>o</sub>がしきい値VS2を超えていたか否かを調べる（ステップ302）。超えていなければ、第2の空燃比センサ25の出力V<sub>o</sub>がしきい値VS1を超えていたか否かを調べる（ステップ303）。第2の空燃比センサ25の出力V<sub>o</sub>がしきい値VS1を超えていなければ、NO<sub>x</sub>のバージが開始していない（貯蔵された酸素が放出されている）ので、この制御フローを終了する。

【0146】第2の空燃比センサ25の出力V<sub>o</sub>がしきい値VS1を超えていれば、NO<sub>x</sub>のバージ中なので、次に、タイマ（時間）T<sub>2</sub>をΔT（制御起動周期）ずつ加算する（ステップ304）。なお、タイマ（時間）T<sub>2</sub>は1ずつ加算するようにしてもよい。

【0147】次に、空気流量Q<sub>a</sub>の累積値SQ<sub>a</sub>と累積回数カウンタCQ<sub>a</sub>がそれぞれ更新する（ステップ305）。第2の空燃比センサ25の出力V<sub>o</sub>がしきい値VS2を超えていれば、NO<sub>x</sub>のバージが終了しているので、終了処理を行う。この時点で、タイマT<sub>2</sub>は第2の空燃比センサ25の出力V<sub>o</sub>がしきい値VS1からしきい値VS2となるまでの時間を計測した値となる。

【0148】終了処理は、まず、NO<sub>x</sub>バージ要求フラグをクリア（=0）する（ステップ306）。次に、NO<sub>x</sub>バージ制御中の診断マスク条件が成立しているか否かを調べる（ステップ307）。なお、本フローが起動されるのは、EGRバルブやスワール制御弁6が正常であり、リーン運転中に診断マスク条件が成立していない場合だけなので、ここでは、NO<sub>x</sub>バージ中の診断マスク条件のみを調べる。診断マスク条件としては、NO<sub>x</sub>バージ制御中の運転状態が急変した場合や、運転状態が所定の範囲内でない場合等である。診断マスク条件が成立していれば、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNO<sub>A</sub>、時間T<sub>2</sub>、空気流量Q<sub>a</sub>の累積値SQ<sub>a</sub>、累積回数カウンタCQ<sub>a</sub>の初期化を行い（ステッ

（ステップ300）。さらに、空燃比を変更することによる内燃機関1の発生トルクの変化に伴うショックを低減するために、点火時期の補正等の制御も行う。

【0143】なお、NO<sub>x</sub>バージ制御開始前の運転モードが成層運転モード（層状混合を形成して空燃比4.0～5.0程度の極めてリーンな燃焼運転モード）の場合は、さらに、運転モードを均質運転モード（燃料を均質に供給する運転モード）に切り替える制御も行う。このためにスワール制御弁6の開度の制御、EGR量の制御、燃料噴射時期の変更や吸入空気量を減少させる等の制御が実行される。次に、燃料噴射時間T<sub>i</sub>を次式（15）により算出する（ステップ301）。

【0144】

【数15】

$$T_i = K \cdot (Q_a / N_e) \cdot TGFBA \cdot ALPHA \cdot K_r \dots (15)$$

【0145】この制御フローを終了する。これに対し、診断マスク条件が成立していなかった場合には、NO<sub>x</sub>バージ中の平均空気流量Q<sub>a</sub>を次式（16）により算出する（ステップ309）。

【0146】

$$Q_{ave} = S_{Qa} / C_{Qa} \dots (16)$$

【0147】次に、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>を次式（17）により算出する（ステップ310）。

【0148】

【数16】

$$TNOD = k' \cdot Q_{ave} \cdot K_r \cdot T_2 \dots (17)$$

【0149】次に、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>に応じてNO<sub>x</sub>飽和捕捉量TNOAM<sub>X</sub>を更新し、さらに通常のNO<sub>x</sub>バージ制御開始用のしきい値TNOAPも更新する（ステップ311）。具体的には、次式（18）、（19）とする。

【0150】

$$TNOAMX = TNOD \dots (18)$$

$$TNOAP = k_p \cdot TNOD \dots (19)$$

ここに、K<sub>p</sub>は定数で、0.6～0.8程度の値とする。

【0151】次に、NO<sub>x</sub>捕捉量検出値TNO<sub>D</sub>、推定NO<sub>x</sub>捕捉量TNO<sub>A</sub>、時間T<sub>2</sub>、空気流量Q<sub>a</sub>の累積値SQ<sub>a</sub>、累積回数カウンタCQ<sub>a</sub>の初期化を行う（ステップ312）。次に、しきい値TNOAM<sub>X</sub>が劣化判定しきい値TNOASLより小さいか否かを判別する（ステップ313）。小さい場合には劣化判定フラグをセット（=1）し（ステップ314）、小さくない場合には劣化判定フラグをクリア（=0）し（ステップ315）、この制御フローを終了する。なお、NO<sub>x</sub>バージ制御開始前の運転モードが成層運転モードの場合は、さらに、運転モードを均質運転モードから成層運転に切り替える制御も実行してから、この制御フローを終

(15) 01-241320 (P2001-241320A)

了する。

【0155】上述のようにして劣化判定フラグがセットされた場合には、図示しない制御によってNO<sub>x</sub>捕捉剤15の劣化を表すコードを記憶したり、警告灯26の点灯等、運転者への警告を実行する。以上、本発明の内燃機関の燃料噴射制御装置のいくつかの実施形態について詳述したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の精神を逸脱しない範囲で、設計において種々の変更ができるものである。

【0156】たとえば、以上が排気成分中NO<sub>x</sub>を捕捉するNO<sub>x</sub>捕捉剤の診断を行う装置に関する一例であるが、診断方式等をこれに限定するものではない。例えば、NO<sub>x</sub>捕捉剤の下流にNO<sub>x</sub>濃度を検出するNO<sub>x</sub>センサを備えたNO<sub>x</sub>捕捉剤の診断装置についても適用できる。さらに、筒内噴射式のガソリン内燃機関についての実施例を説明したが、これに限定するものでもない。例えば、ポート噴射式のガソリン内燃機関や、ディーゼル内燃機関にもNO<sub>x</sub>捕捉剤が用いられることがあり、そのNO<sub>x</sub>捕捉量検出精度向上等に適用することが可能である。

【0157】重要な点は、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量の検出や性能の評価を正しくできないような特定状態が成立しているときには、NO<sub>x</sub>捕捉量の検出や、性能の評価を禁止あるいは中止、または検出結果に関する値を補正することにある。

【0158】さらに、NO<sub>x</sub>捕捉剤に限らず、HCを捕捉するHC捕捉剤についても同様に、特定状態が成立しているときにはHC捕捉量の検出や性能の評価を正しくできないような特定状態が成立しているときに、HC捕捉量の検出や、性能の評価を禁止あるいは中止、または検出結果に関する値を補正することによって検出精度や、性能の評価精度を向上することが可能である。また、NO<sub>x</sub>捕捉剤の酸素貯蔵量の検出精度向上にも適用可能である。

【0159】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、本発明による内燃機関の排気ガス浄化装置によれば、例えば、NO<sub>x</sub>捕捉剤のNO<sub>x</sub>捕捉量の検出や性能の評価を正しくできないような特定条件が成立しているときには、NO<sub>x</sub>捕捉量の検出や、性能の評価を禁止あるいは中止、または検出結果に関する値を補正することによって、NO<sub>x</sub>捕捉量の検出精度や、NO<sub>x</sub>捕捉剤の性能の評価精度を向上でき、誤判定等を防止することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の一実施形態を示す全体構成図。

【図2】図1の内燃機関の排気浄化装置で使用される空燃比センサの特性図。

【図3】図1の内燃機関の排気浄化装置で使用されるECUの構成図。

【図4】図1の内燃機関の排気浄化装置における運転領域毎の目標当量比のマップ図。

【図5】図1の内燃機関の排気浄化装置の要旨を示すブロック図。

【図6】NO<sub>x</sub>バージ制御時のNO<sub>x</sub>捕捉剤の下流の空燃比センサ出力波形とNO<sub>x</sub>捕捉剤の差異との関係を説明する図。

【図7】NO<sub>x</sub>バージ制御時のNO<sub>x</sub>捕捉剤の下流の空燃比センサ出力波形による酸素貯蔵量とNO<sub>x</sub>捕捉量の判定方法を説明する図。

【図8】時間T2とNO<sub>x</sub>捕捉量との関係を示す図。

【図9】時間T1と酸素貯蔵量との関係を示す図。

【図10】NO<sub>x</sub>バージ制御時のNO<sub>x</sub>捕捉剤の下流の空燃比センサ出力波形によるNO<sub>x</sub>捕捉量の判定方法を説明する図。

【図11】時間TxとNO<sub>x</sub>捕捉量との関係を示す図。

【図12】NO<sub>x</sub>バージ制御と劣化判定のタイミング等を説明する図。

【図13】燃料制御プロセスを説明するフローチャート。

【図14】NO<sub>x</sub>バージ制御プロセスを説明するフローチャート。

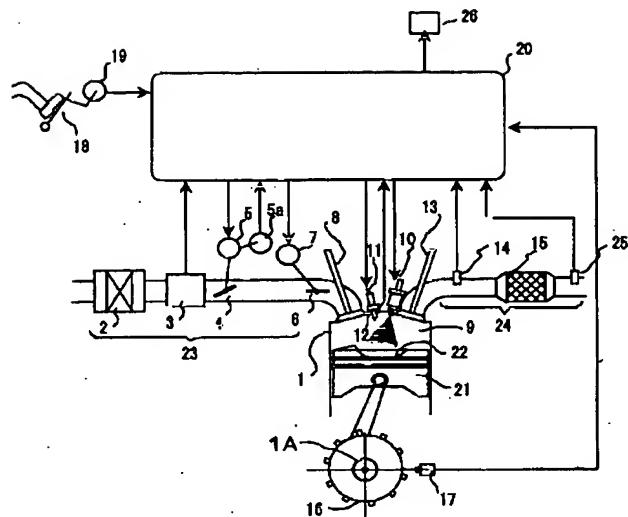
【図15】劣化判定プロセスを説明するフローチャート。

#### 【符号の説明】

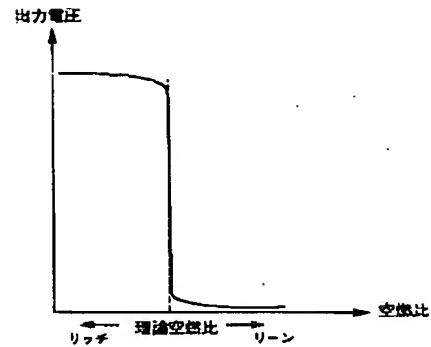
1. 内燃機関
4. スロットル弁
10. 燃料噴射弁
14. 第1の空燃比センサ
15. NO<sub>x</sub>捕捉剤
20. ECU
25. 第2の空燃比センサ
26. 警告灯
40. 捕捉量検出手段
41. 捕捉量検出適正化手段
42. NO<sub>x</sub>捕捉剤性能評価手段
43. 捕捉剤性能評価適正化手段

(16) 01-241320 (P2001-241320A)

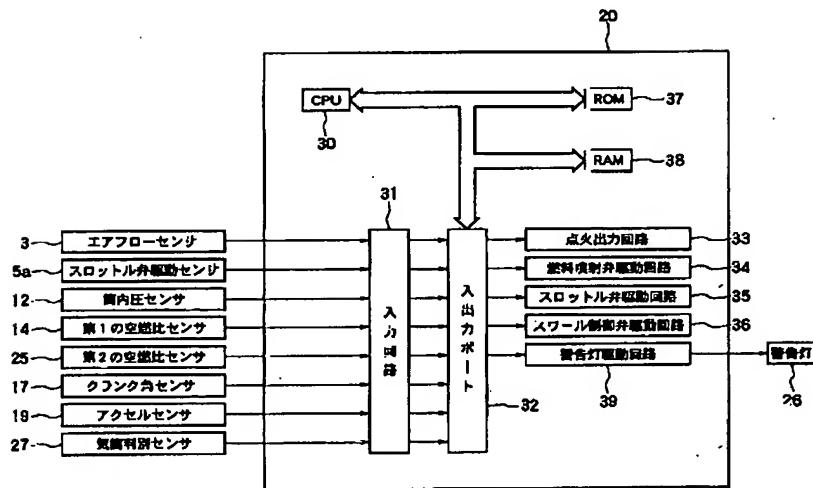
【図1】



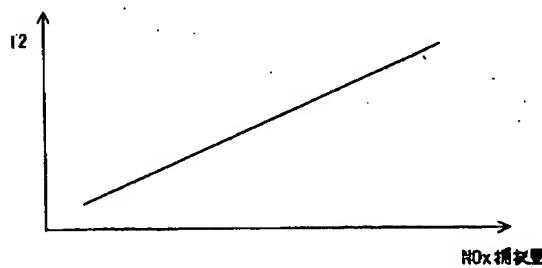
【図2】



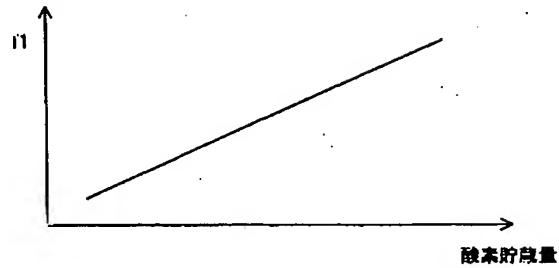
【図3】



【図8】

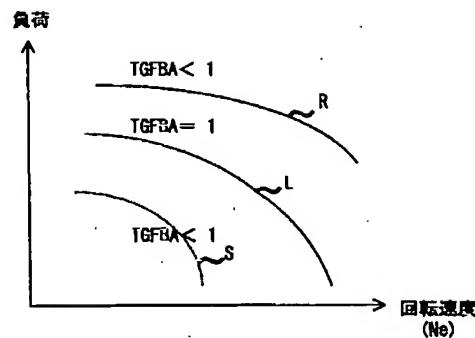


【図9】

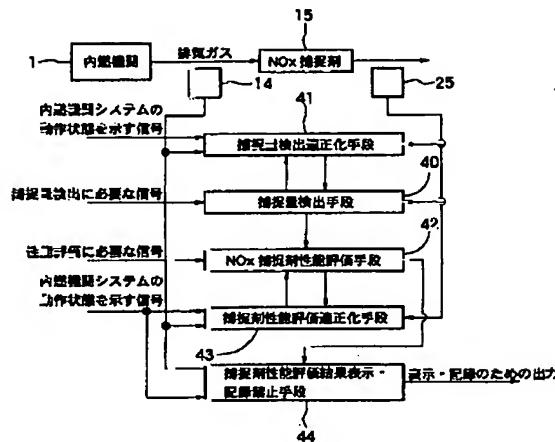


(17) 01-241320 (P2001-241320A)

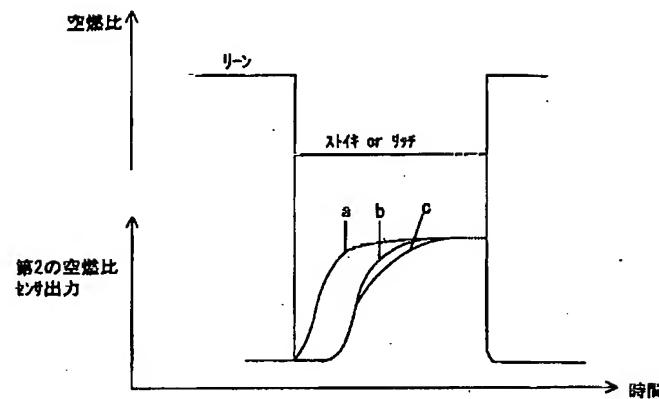
【図4】



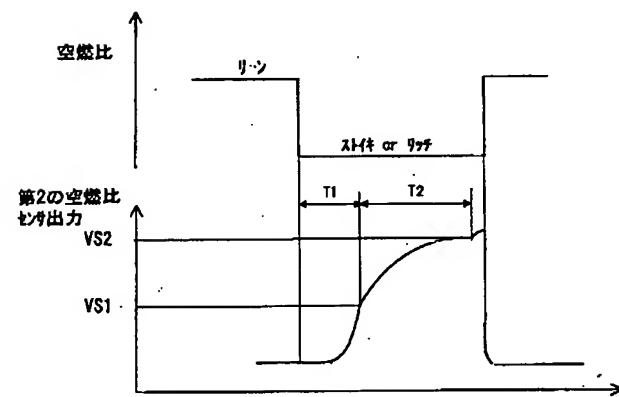
【図5】



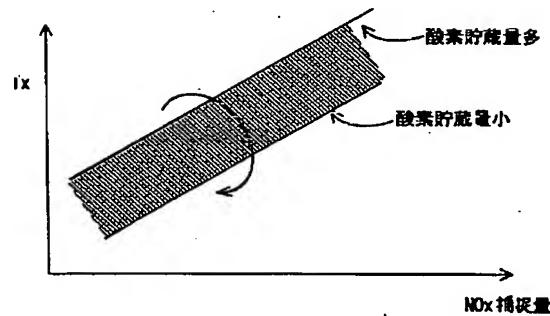
【図6】



【図7】

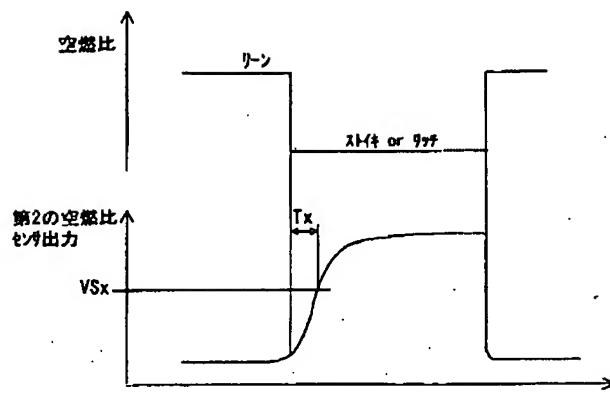


【図11】

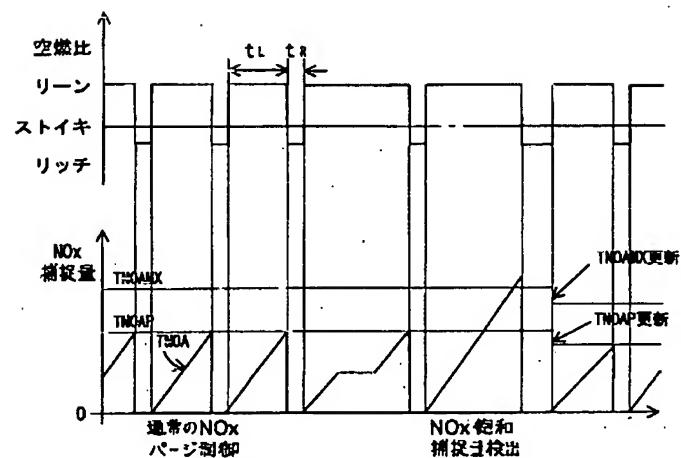


(18) 01-241320 (P2001-241320A)

【図10】

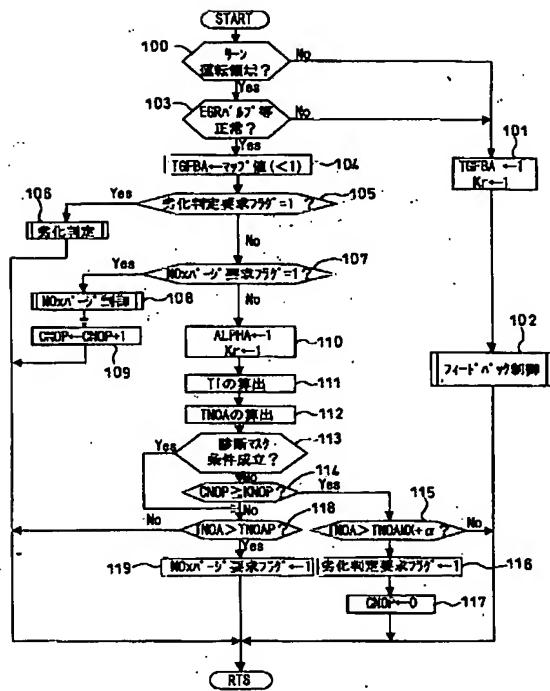


【図12】

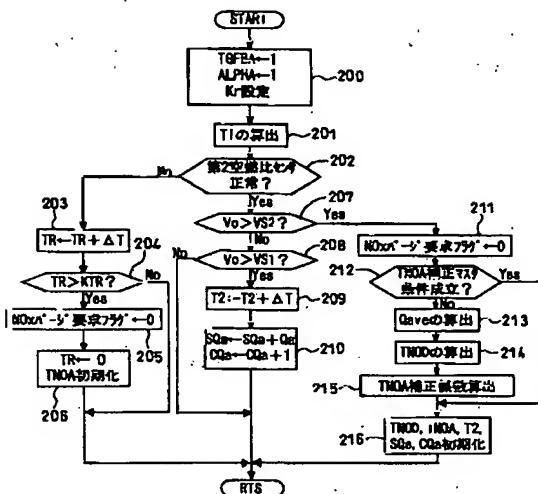


(19) 01-241320 (P2001-241320A)

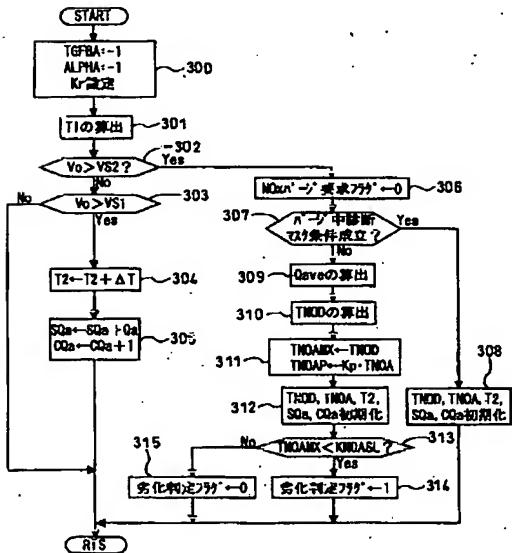
【図13】



【図14】



【図15】



(20) 01-241320 (P2001-241320A)

フロントページの続き

(72)発明者 川本 茂  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 3G091 AA11 AA12 AA24 AB03 AB05  
AB08 AB09 BA21 BA26 BA33  
CB02 CB07 DA08 DB06 DB10  
EA01 EA03 EA30 EA34 FB10  
FB11 FB12 GB02Y GB03Y  
GB05W GB06W GB17X HA36  
HA37 HA42 HB05  
3G301 HA01 HA04 JA25 MA01 MA11  
NE14 PA01Z PA11Z PC01Z  
PD08Z PE01Z PE08Z PF01Z